

ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA VEGETACIONAL PARA MONITORAMENTO DA DINÂMICA VEGETACIONAL DE FRAGMENTOS NATIVOS PRESENTES NO COMPLEXO DA SERRA DE CARRANCAS – MG

Ludimilla Portela Zambaldi Lima
Luis Marcelo Tavares de Carvalho
Thomaz Chaves de Andrade Oliveira

¹ Universidade Federal de Lavras - UFLA
Departamento de Ecologia - 37200-000 - Lavras - MG, Brasil
ludzambaldi@hotmail.com, passarinho@ufla.br, thomazchaves@gmail.com

Abstract: Change detection is an important application for evaluating land cover dynamics and monitoring the patterns of change. The fragmentation of natural areas has increased during the last years and has caused damages for animals and plants. The aim of this research is to detect changes in the vegetation in the south of Minas Gerais, Brazil. The use of a spectral vegetation index, namely the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to detect alteration was implemented by using twenty five temporal Landsat images from 1984 till 2008. The time series was processed using wavelet analysis and a pixel by pixel supervised classification. One thematic map was produced showing the dynamics of forest cover in the borders of forest fragments. The results of the pattern of NDVI in the time series of the three physiognomies indicated an increase of forest areas during the studied period. This study can provide the basis for management of the natural areas in the region utilizing the remote sensing techniques and recent images.

Palavras-chave: Landsat; remote sensing; change detection, Landsat, sensoriamento remoto, detecção de mudanças

1. Introdução

As imagens de sensoriamento remoto representam uma das únicas formas viáveis de monitoramento ambiental em escalas globais, devido à rapidez, eficiência, periodicidade e visão sinóptica que as caracterizam (Oliveira et al., 2002). Considerando a relação custo/benefício, as imagens da série Landsat têm sido bastante utilizadas no mapeamento e no monitoramento dos recursos florestais executados em escalas menores que 1:50.000 (Disperati e Filho, 2003).

A área abrangida por este estudo se localiza em uma região de transição entre mata atlântica e cerrado, onde as condições de solo e relevo impediram historicamente o uso intensivo do solo (Oliveira-Filho et al., 2004a). Entretanto esta região têm sofrido crescentes alterações causadas por atividades antrópicas não planejadas, proporcionando ao longo dos anos uma redução na área das florestas presentes na região, estando a maioria delas reduzidas a fragmentos de tamanhos bastante variáveis (Filho, A.T., et al.). Estes fragmentos tornam-se importantes meios de manutenção da diversidade de espécies vegetais e animais presentes na região, evidenciando a necessidade de monitoramento e avaliação da dinâmica temporal destes.

Para explorar alterações na vegetação, o Índice de Vegetação (diferença normalizada) -NDVI é o índice de vegetação mais utilizado e é baseado na razão entre a absorção máxima na região da banda espectral do Vermelho (R) e a máxima reflexão da radiação na banda espectral do infravermelho próximo (NIR). NDVI é formulado como (Equação 1):

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_R}{\rho_{NIR} + \rho_R} \quad (1)$$

Onde ρ é o valor de reflectância na banda espectral indicada. Valores de NDVI estão entre -1,0 e +1,0, mas geralmente é positivo para solo e vegetação. Vegetação densa e sadia possuem valores altos. Valores NDVI de vegetação usualmente oferecem um meio eficiente e

objetivo para avaliar características fenológicas (Lyon ET AL., 1998; Mass, 1999; Woodcock et AL., 2001).

Detecção de mudanças têm sido a maior aplicação de dados de sensoriamento remoto por causa da cobertura repetitiva em curtos intervalos e na consistência da qualidade das imagens (Mass, 1999). O Índice de diferenciação de vegetação, e particularmente o NDVI, são considerados os ideais para este tipo de estudo.

O objetivo geral do presente trabalho foi localizar, avaliar e classificar as áreas de acréscimo e decréscimo em fragmentos de vegetação nativa ocorridas na série temporal entre anos de 1984 a 2008 presentes em uma área bem preservada durante estes anos, evidenciando a dinâmica das bordas dos fragmentos de mata de galeria, localizados no município de Carrancas.

2. Material e métodos

2.1 Área de estudo

A área estudada localiza-se no complexo da Serra de Carrancas, nas coordenadas de 21°36'S e 44°37'W e a uma altitude que varia de 1.440 a 1.513 m. De acordo com Pereira (2003), o clima é do tipo Cwa de Köppen; a temperatura média anual é de 14,8 °C, com médias mensais variando de 11,5 °C em julho a 17,4 °C em janeiro; a precipitação média anual é de 1.483 mm, com médias mensais variando de 246 mm, no trimestre mais chuvoso (dezembro a fevereiro), a 24 mm, no mais seco (junho a agosto).

2.2 Dados de Imagens

As cenas objetos de estudos correspondem à cobertura do município de Carrancas em 25 imagens, consecutivas, obtidas a partir do ano de 1984 até 2008 (Tabela1). Todas as imagens são cenas Landsat 5TM, órbita 218 ponto 75. As cenas continham as bandas 1,2,3,4,5 e 7 e resolução espacial de 30m.

Tabela1. Cenas Landsat utilizadas para a construção da série temporal

Mês	Ano	Mês	Ano	Mês	Ano	Mês	Ano	Mês	Ano
Junho	1984	Junho	1989	Agosto	1994	Abril	1999	Julho	2004
Junho	1985	Abril	1990	Junho	1995	Setembro	2000	Junho	2005
Setembro	1986	Abril	1991	Agosto	1996	Abril	2001	Julho	2006
Maio	1987	Maio	1992	Julho	1997	Maio	2002	Agosto	2007
Junho	1988	Julho	1993	Agosto	1998	Fevereiro	2003	Outubro	2008

Os softwares utilizados para a manipulação e classificação das imagens foram o ENVI® (versão 4.3) e ArcGis® (versão 9.3).

2.3 Georreferenciamento

Inicialmente, todas as imagens foram registradas através da imagem georreferenciada Geocover de 26 de junho de 2000, de órbita 218 ponto 75 (imagem para imagem), utilizando 20 pontos de controle, com erro menor que um pixel. Todas as imagens ficaram georreferenciadas tendo como projeção o sistema de coordenadas UTM e o modelo elipsóide WGS 84. A mesma área de interesse foi segmentada de todas as imagens dos anos de 1984 a 2008.

2.4 NDVI e Wavelet

Para todas as imagens foi realizada a operação de NDVI, posteriormente realizada a junção de todos os NDVI das imagens.

Para amenizar os ruídos decorrentes da aquisição de imagens pelo sensor e para a geração de das curvas da série temporal, foi realizada a análise *Wavelet*. A análise de tradicional transformada de Fourier é ideal para analisar sinais periódicos, porém a como a sua transformada não é realizada no tempo é inadequada para analisar sinais cujo o espectro varia no tempo. A transformada *Wavelets* resolve tal problema, através da análise em várias escalas Kaiser (1994).

Uma função $f(x)$ é decomposta nos coeficientes em diferentes através da equação (Equação 2):

$$Wf(a,b) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{x-b}{a}\right) dx \quad (2)$$

Onde a é um parâmetro escalar, b é um parâmetro de deslocamento, ψ é mother wavelet. Na transformada discreta os parâmetros de escala e deslocamento são dados conforme:

$$(a, b) = (2^j, 2^j k), \text{ onde } j \text{ e } k \text{ são inteiros.}$$

As wavelets ou aportuguesadas ondaletas, são ondas localizadas no tempo ou no espaço que satisfazem uma condição ortogonal, isto é, permitem decomposição e recomposição de um sinal (Sakamoto et al., 2005).

Estudos anteriores revelam que a transformada wavelets é uma ferramenta poderosa para remoção de ruídos e para a geração de curvas em séries temporais de NDVI (Sakamoto et al., 2005; Galford et al., 2007; Bruce et al., 2006).

Para o presente trabalho foi utilizada a metodologia proposta por Carvalho(2001), para a análise de séries temporais de NDVI. A transformada deve ser utilizada para suavizar o perfil temporal para a análise a posteriori.

A transformada discreta Wavelets foi implementada utilizando-se o algoritmo ‘à trois’ utilizado-se a liner spline como wavelet protótipo. O resultado da análise é um vetor com os coeficientes em diversas escalas. O sinal original é então representado como uma soma de todas as Wavelets escalonados e localizadas no tempo, Equação (3).

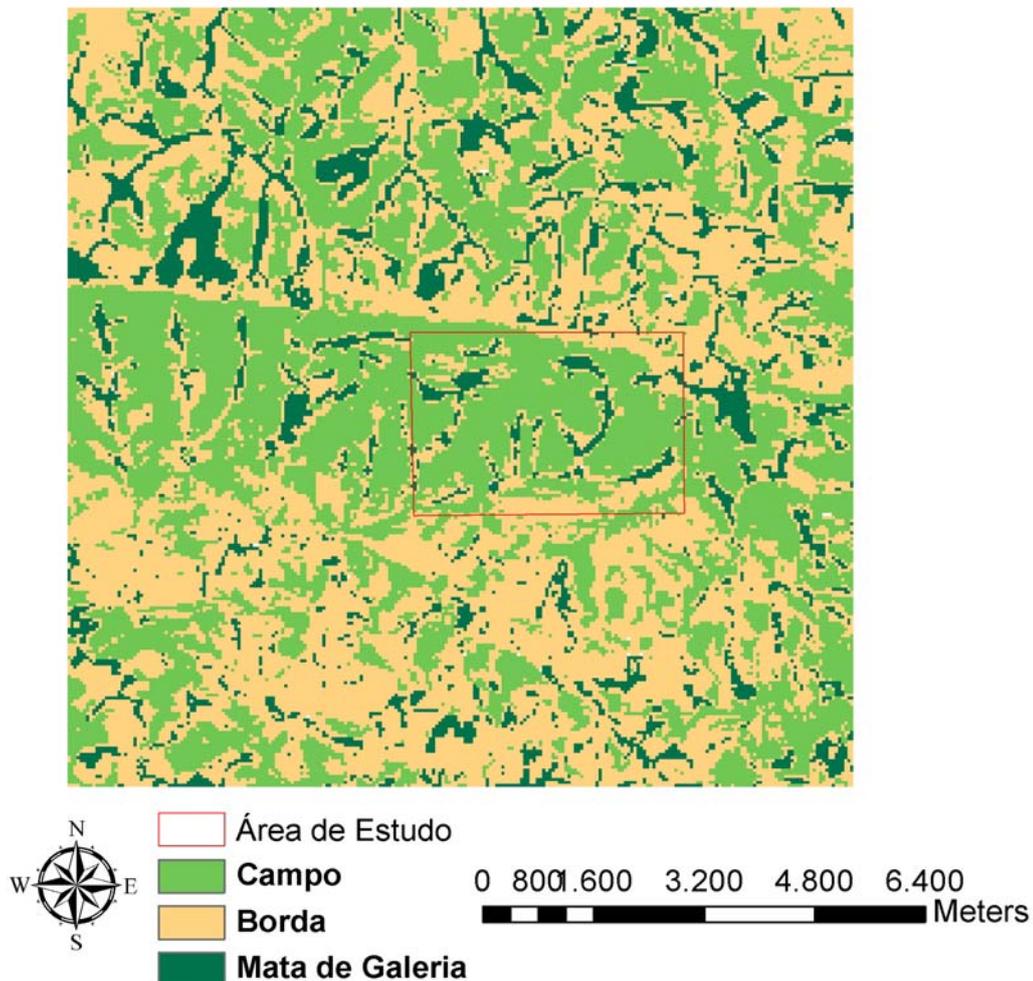
$$f(t) = a_j(t) + \sum_{i=1}^J d_j(t) \quad (3)$$

2.5 Classificação

Em todas as imagens foram realizadas a classificação do tipo: multiespectral, pixel a pixel, supervisionada. A classificação é multiespectral, quando o critério de decisão depende da distribuição de níveis de cinza em vários canais espectrais; e pixel a pixel, quando utiliza a informação espacial isoladamente de cada pixel para definir regiões homogêneas (SPING, 2002), e é dita supervisionada, quando o analista, a partir do conhecimento da área ou por inferência, relaciona áreas da imagem com as classes de cobertura da terra que deseja separar (IBGE, 2001).

O enquadramento de um pixel a uma determinada classe é feito por vários métodos, levando-se em consideração os valores de nível de cinza nas várias bandas utilizadas (neste estudo, utilizaram-se as bandas 1,2,3,4,5 e 7) e os padrões de cada classe. O método utilizado para enquadramento dos pixels foi o da Distância Mínima. Este método utiliza os pixels desconhecidos e calcula a distância até a média do pixel já classificado. O pixel que possuir menor distância à feição classificada, é identificado como pertencente àquela feição.

O resultado de uma classificação digital é representado por classes espectrais (áreas com características espectrais semelhantes) constituintes de um mapa de pixels classificados por símbolos gráficos ou cores. O resultado da classificação constou de uma carta com as principais feições observadas no período estudado.



3. Resultados e Discussão

Na classificação supervisionada, objetivou-se utilizar as amostras coletadas em campo para classificação das feições consideradas mais importantes ao estudo: mata de galeria, campo e borda da mata de galeria. Os pixels classificados na região de interesse foram selecionados a partir de amostras coletadas em outubro de 2008 e analisada sobre a imagem referente ao mesmo mês.

Pontos para aferição da classificação foram coletados fora da região de interesse para teste de acurácia, resultando em borda: 100%; campo: 86%; mata de galeria: 88%.

As diferentes fitofisionomias possuem uma forma diferenças na reposta espectral devido à fenologia das plantas

Através da resposta espectral das feições presentes na área de estudo, somado ao uso do NDVI foi possível distinguir a resposta de incremento e decréscimo da biomassa dentro da série temporal utilizada no estudo. As duas fitofisionomias apresentam ao longo dos anos uma variação mínima na reflectância, representando uma variação sazonal, associada ao decréscimo e incremento de biomassa foliar. A fitofisionomia de campo apresenta baixos valores de NDVI (abaixo de 0,2, figura3) quando comparada à fitofisionomia de mata de galeria, que apresenta valores mais altos (acima de 0,4, figura 2). Foi possível inferir que as áreas de borda na mata de galeria terão uma resposta espectral como a apresentada na figura 4, em que inicialmente possuem valores baixos de NDVI que vão aumento ao longo dos anos, representando o incremento da vegetação e o conseqüente incremento ao tamanho do fragmento.

39,66% (6.224 ha) da área de estudo foi classificada como pertencente à fitofisionomia campo, 12,44% (5.154 ha) classificada como mata de galeria e 47,90% da área de estudo pertence à classe identificada como borda, que são as áreas com uma resposta espectral intermediária entre as duas fitofisionomias presentes e que apresentam valores de NDVI que são relativamente crescentes ao longo dos anos. Portanto, esta classe representa o acréscimo de biomassa da vegetação na série temporal usada, dos anos de 1984 a 2008.

A alta porcentagem da classe identificada como borda se deve ao alto grau de fragmentação da área.

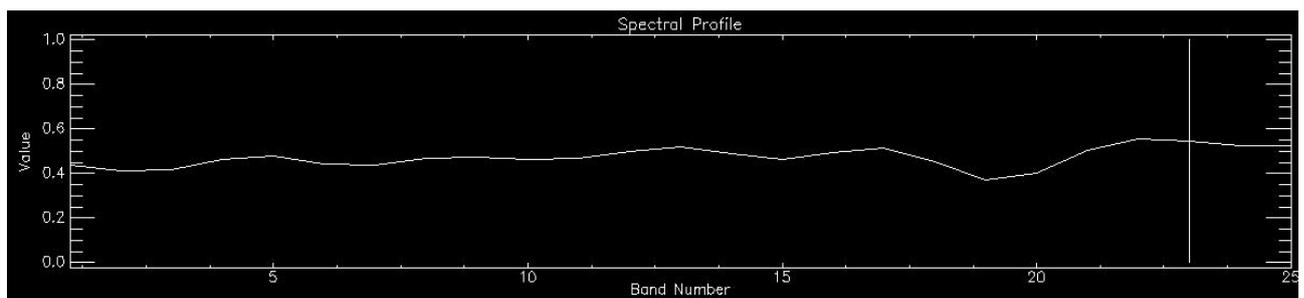


Figura 2. Distribuição dos valores de NDVI da fitofisionomia de mata de galeria ao longo da série temporal de 1984 a 2008 em uma amostra da imagem após a aplicação do algoritmo Wavelet.

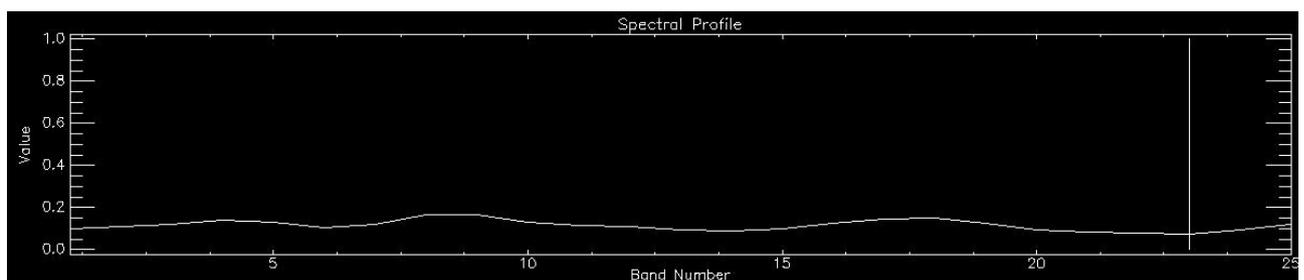


Figura 3. Distribuição dos valores de NDVI da fitofisionomia de campo ao longo da série temporal de 1984 a 2008 em uma amostra da imagem após a aplicação do algoritmo Wavelet. Borda

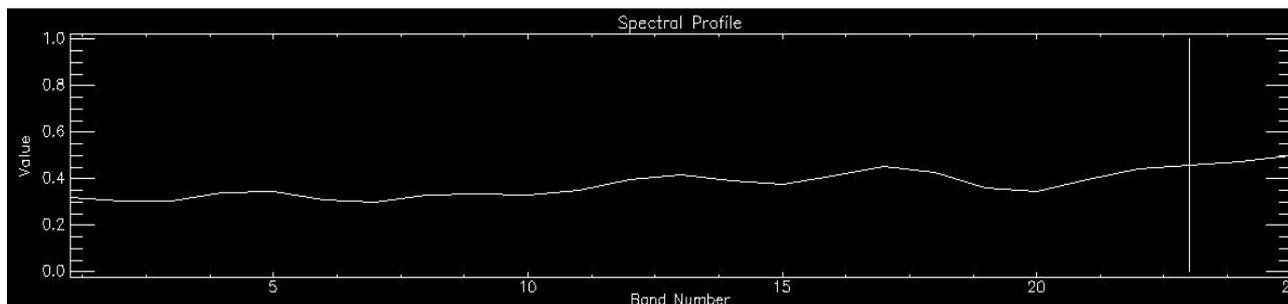


Figura 4. Distribuição dos valores de NDVI da borda dos fragmentos de mata de galeria ao longo da série temporal de 1984 a 2008 em uma amostra da imagem após a aplicação do algoritmo Wavelet.

4. Conclusões

O índice NDVI permite acessar e avaliar alterações na cobertura vegetal ao longo de uma série temporal e avaliar padrões de resposta das fitofisionomias.

Através da classificação supervisionada aliada à aplicação do índice NDVI, é possível elaborar mapas temáticos que permitem a visualização da dinâmica da composição vegetal e sua resposta espectral ao longo de longos períodos.

A série temporal de 24 anos utilizada no estudo evidenciou mudanças na cobertura vegetal, principalmente relacionadas ao incremento de biomassa florestal nas bordas das matas de galeria.

Referências

- Bruce, L. M.; et al. **Denoising and Wavelet-Based Feature Extraction of MODIS Multi-Temporal Vegetation Signatures.**
- Carvalho, L. M. T. **Mapping and monitoring forest remnants: a multi-scale analysis of spatio-temporal data.** 2001. 140 p. Thesis (Doctor) - Wageningen University, Wageningen, 2001
- Disperati, A.A. e Filho, P.C.O. **Análise temporal da cobertura do município de Irati, PR, utilizando imagens satelitárias Landsat.** Revista de Ciências Exatas e Naturais, vol.5. Jan/Jun 2003
- GIScience & Remote Sensing, 43. 170 – 180, 2006
- IBGE **Introdução ao processamento digital de imagens.** Manual técnico em geociências. N.9, 2001.
- Kaiser, G. **A Friendly Guide to Wavelets** ISBN 0-8176-3711-7 Birkhäuser Boston, c/o Springer-Verlag New York, Inc., 175 Fith Avenue, New York, \ny 10010, USA, 1994
- Oliveira Filho, A.T. e Fluminhan Filho, M. **Ecologia da vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito.** Cerne 5:51-64. 1999.
- Oliveira-Filho, A.T.; Carvalho D.A.; Fontes M.A. **Variações estruturais de compartimento arbóreo de uma floresta semidecídua alto-montana na Chapada das Perdizes, Carrancas-MG.** Revista Brasileira de Botânica 27(2):291-309. 2004.
- Pereira, J.A.A. 2003. **Efeitos dos impactos ambientais e da heterogeneidade ambiental sobre a diversidade e estrutura da comunidade arbórea de 20 fragmentos de florestas semidecíduas da região do Alto Rio Grande, Minas Gerais.** Tese de doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte
- Sakamoto, T. ; Yokozawa, M. ; Toritani, H. ; Shibayama M. ; Ishitsuka N.; Ohno H. **A Crop Phenology Detection Method Using Time-Series Modis Data.** Remote Sensing of Environment 96 366 – 374, 2005
- SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas). INPE/DPI. **Spring 3.6: Geoprocessamento ao alcance de todos.** São José dos Campos, SP, CD-ROM, 2002.